

# Çevresel Kuznets Eğrisi: Karbondioksit Emisyonu Üzerine Türkiye, Bölge ve Dünya Ülkeleri Üzerinden Analitik Bir Değerlendirme

Onur TUTULMAZ<sup>1</sup>

## Öz

Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi çevre ve ekonomi ilişkisine dair monoton olmayan bir ilişki biçiminin varlığını ortaya koyar. Adını gelir dağılımı ile gelir seviyesi arasındaki benzer bir ilişkiyi tanımlayan Kuznets eğrisinden alan EKC hipotezi, alana ilişkin önemli bir ilişkiyi basit ve temel bir şekilde ortaya koyan bir tez olarak, bu alandaki tüm çalışmalara referans veren en yaygın uygulama alanına dönüşmüştür. Çalışmamızda bu önemli hipotez etraflıca incelenerek önemli yönleri ortaya konulmaktadır. Önemli bir uygulama kolu, en önemli global emisyon olan CO<sub>2</sub> ile ekonomik gelişmeyi temsilen kişi başı GSYH verileri arasındadır. CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinden çevre baskısının gelişimi ve yakın gelecekteki durumu genel bir analizle birleştirilerek değerlendirilmiştir. 5 Türki Cumhuriyet'in de dahil olduğu Avrasya coğrafyasında konumlanmış BDT ülkelerinin farklılıklarının analize dahil edilmesiyle ülke, bölge ve dünya ölçeğinde hipotezin öne sürdüğu ilişkiye yönelik önemli bulgular saptanmıştır. Türkiye'nin de bulunduğu 53 ülkeyi kapsayan genel bir değerlendirme, hipotezin ters U ilişkisinin açıklanmasında önemli bileşenini oluşturan ilişki kopmaları ve yeniden şekillenmelerine (de-linking ve re-linking) dair dayanaklar ortaya koymakta, Türkiye ve bölgesel olarak Avrasya coğrafyası için ise kalkınma sürecinde kısa dönemde baskı artışını gündeme getirmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Çevre-ekonomi ilişkisi, Çevresel Kuznet Eğrisi, CO<sub>2</sub> emisyonu, çevre baskısı.

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr. Hitit Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü Öğretim Üyesi; Post-Doctoral Researcher, York University, Faculty of Environmental Studies; otutulmaz@gmail.com; tutulmaz@hacettepe.edu.tr.

## **Environmental Kuznets Curve: An Analytical Evaluation on Carbondioxide Emission in the Scales of Turkey, the Region and World Countries**

### ***Abstract***

Environmental Kuznets Curve (EKC) proposes a non-monotonic relationship between environment and economical level. Referring the original Kuznets curve, Environmental Kuznets Curve also tries to define an important basic relationship within economics. Therefore it has become an attraction point for the empirical studies giving reference for almost all the areas of the subject of the relationship between economy and environment. In this article, this important hypothesis has studied extensively and its important aspects are stated. An important empirical area of the hypothesis is between CO<sub>2</sub> emission which is a global emission and GDP per capita being the representative of economic development. The present and near future situations of the environmental pressure are evaluated by taking the CO<sub>2</sub> emission as a representative of environmental pressure. Taking into account the differences of the CIS countries including 5 Turkic states, some important findings related with the hypothesis are determined in the scales of country, regional and world analyses. Some supporting arguments are found related with they 'de-linking and re-linking' concepts which are important components to explain the reverse U structure of the hypothesis. A provisional increase in the level of environmental pressure as carbondioxide emission is determined for Turkey itself and for Eurasia region as well.

**Keywords:** *Environment-economy relationship, Environmental Kuznets Curve, CO<sub>2</sub> emission, environmental pressure.*

## 1. Giriş

Son yarım asırdır çevre sorunlarının artışına paralel olarak gündemden hiç düşmeyen çevre-ekonomik büyüme ilişkisi tartışmaları içinde, ekonomik büyümenin çevre baskısını veya çevre kalitesi üzerindeki etkisini ölçmeyi amaçlayan ve bunu temsilen çeşitli kirlilik yaratıcı değişkenleri kullanan ampirik çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Birçok alt uygulama alanı bulunan bu tür ampirik çalışmaların literatürde *Çevresel Kuznets Eğrisi* (Environmental Kuznets Curve) etrafında toplandığı görülmektedir.<sup>2</sup>

Çevre ekonomisi, ekolojik ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma gibi çalışma alanlarının şekillendiği ekonomi-çevre ilişkisini ele alan ortak alan içerisinde Çevresel Kuznets Eğrisi kavramına olan yoğun ilginin birkaç temel nedeni vardır. Bu nedenler, modelin ekonomik büyüme ve çevresel göstergeler arasındaki ilişkiyi basit ve ekonometrik olarak ortaya koyabilmesi, bunu yaparken genelde temel değişkenleri kullanması ve bu değişkenlerin çoğunun ekolojik sorunların büyük tartışmalara sebep olduğu 1970'lerden bu yana çeşitli uluslararası ve ulusal kuruluşlarca düzenli olarak ölçülüyor olması olarak sıralanabilir. Teorik modellerin karmaşık ve ampirik uygulamaya pek uygun olmayan yapısına karşın, uygulamaya yatkın özellikleriyle Çevresel Kuznets Eğrisi<sup>3</sup> (EKC), ampirik uygulamaların yaygınlaşmasına olanak sağlayarak kendi başına küçük çaplı bir literatür oluşturmuştur.

EKC modeli, ekonomik büyüme ve çevre baskısı (veya çevre kalitesi) arasında ortaya konan ilişkinin türünü sınamaya yönelik ampirik uygulamaları ortaya koyan bir modeldir. Söz konusu ilişki türünün araştırılması sırasında, ekonomiyi temsilen açıklayıcı değişken olarak modelin sağ tarafında yer verilen değişken genellikle gelir veya kişi başı gelir değişkeni olarak alınmaktadır. İkinci bölümde daha ayrıntılı incelenecek olan tipik bir geniş EKC modeli Eşitlik 1'de verilmektedir.

$$EP_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 \times Y_{i,t} + \beta_2 \times Y_{i,t}^2 + \beta_3 \times Y_{i,t}^3 + \beta_4 \times Z_{i,t} + e_{i,t} \quad (1)$$

*EP*: Ekonomik gelişmenin çevre üzerinde yarattığı baskı; çevre baskısı  
*Y*: Ekonomik gelişme temsilcisi (Gelir veya kişi başı gelir)

<sup>2</sup> Eric Neumayer, *Weak Versus Strong Sustainability* (3rd. ed.), Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar Publishing Inc, 2010, pp. 84–85.

<sup>3</sup> Bundan böyle EKC olarak anılacaktır.

*Z: Diğer değişkenler*

*α: Sabit terim*

*i: Ülke indeksi*

*β: Katsayı parametreleri*

*t: Zaman indeksi*

Eşitlik (1) ile verilen modelde EP, çevre baskısı veya çevre kalitesini temsil eden bir değişkendir. Y ise ekonomik kalkınma veya gelişmişlik düzeyini temsil eder. Y değeri çalışmalarda daha çok milli gelir veya kişi başı milli gelir değerleriyle temsil edilmektedir. Z değişkeni ise modele eklenebilecek diğer tüm değişkenleri temsil etmektedir.<sup>4</sup>

Açıklayıcı değişkenler olarak gelir değişkeninin kuadratik ve kübik formları, ilişki türünün saptanmasında belirleyici oldukları için, sına sonuçlarına göre modelde yer alırlar. Burada verilen form gelir ölçütünün kuadratik ve kübik terimleri dahil her üç üstel formunu ve diğer tüm değişkenleri temsilen Z değişkenini de içerdiği için *geniş EKC modeli* olarak adlandırılabilir. Modelin farklı formlarının sınıanan farklı ilişki türlerinin saptanması yolunda nasıl kullanıldığı ve Z değişkeni ile temsil edilen diğer değişkenlerin kullanımına göre modelin nasıl *indirgenmiş form* ve *yapısal form EKC* olarak ayrıştığı, ikinci bölümde ortaya konulmaktadır. Önemli bir uygulama alanı olan ve dünyanın gündemindeki küresel ısınma ve iklim değişimi gibi önemli sürdürülebilirlik sorunları ile doğrudan ilişkisi olduğu için de ayrıca öneme sahip olan karbondioksit salımı açısından çevre baskısına yönelik ülke, bölge ve dünya ölçeklerinde gerçekleştirilen analitik bir analiz üçüncü bölümde ele alınmaktadır.

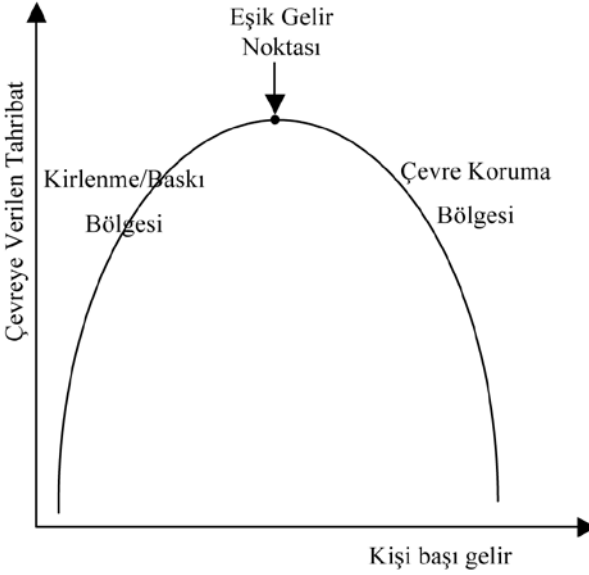
## 2. Çevresel Kuznets Eğrisinin Teorik Altyapısı

Çevresel Kuznets Eğrisini anlamak için ilk önce adını almış olduğu Kuznets Eğrisine bakmak gerekir. Simon Kuznets 1955 yılında yaptığı çalışmada göstermiştir ki, ekonomik gelişme ile artan kişi başı milli gelir rakamlarına karşılık, gelir eşitsizliği ekonomik gelişmenin ilk aşamalarında büyümekte, fakat belli bir gelişme düzeyinden sonra gelir eşitsizliğinde düzelme görülmektedir.<sup>5</sup> Kuznets tarafından ters U şeklindeki eğriyle temsil edilen bu ilişki, ekonomi yazınında yaygın olarak bilindiği şekliyle *Kuznets Eğrisidir*.

<sup>4</sup> Sander M. de Bruyn and Roebjin J. Heintz, "The environmental Kuznets curve hypothesis", Jeroen Van den Bergh (ed.), *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1999, pp. 656–677.

<sup>5</sup> Simon Kuznets, "Economic Growth and Income Inequality", *American Economic Review*, 1955, 45 (1), pp. 1-28.

Gene Grossman ve Alan Krueger, Kuznets Eğrisinden esinlenerek benzer bir ilişkiyi kişi başı milli gelir ile çevre kalitesi arasında tespit etmiştir. Grossman ve Krueger<sup>6,7</sup> çalışmasında ortaya konduğu gibi gelir artışıyla çevre baskısı artmakta; ancak belirli bir gelir düzeyinden sonra, çevre kirliliği veya genel olarak çevre baskısı ya da çevre kalitesi değerlerinde düzelleme meydana gelmektedir (Şekil 1).



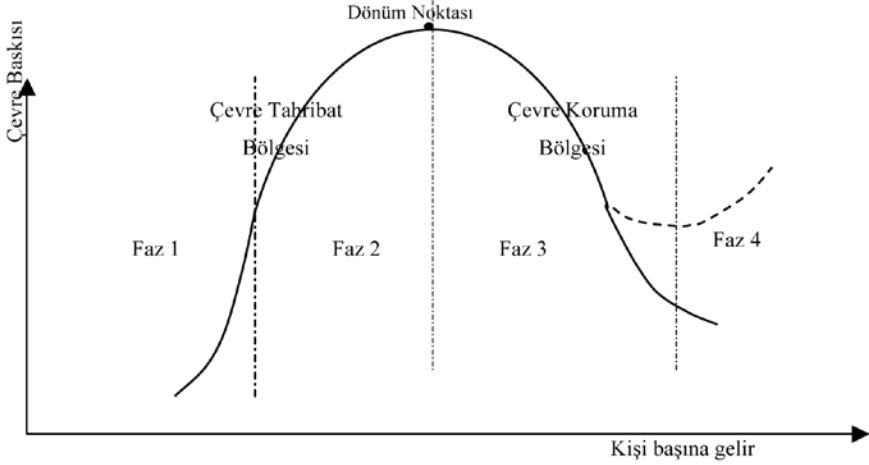
**Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi** (Kaynak: Yandle et al, 2002, figure 2.)

Şekil 1’de görüldüğü gibi çan eğrisi şeklindeki bu ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) olarak adlandırılmıştır. EKC yazınındaki yaygın kullanımıyla bu ters U ilişkisi kuadratik bir ilişkidir. Yazında, N şeklinde kübik bir ilişki gerek EKC ilişkisinin sınanmasında, gerekse EKC ilişkisinin belirli bir düzeyden sonra, N şekliyle temsil edildiği gibi, tekrar pozitif ilişkiye doğru döneceğini göstermek amacıyla kullanılmaktadır. Buna karşın çalışmaların bir kısmında tespit edilen N şeklindeki ilişki, yazında, EKC

<sup>6</sup> Gene Grossman and Alan Krueger, “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement”, Peter Garber (ed.), *The U. S.-Mexico Free Trade Agreement*, Cambridge, MA: MIT Press, 1993.

<sup>7</sup> İlgili çalışma, NAFTA anlaşması dahilinde, Meksika-ABD gümrük anlaşması komisyonu içinde yapılmış 1991 tarihli bir çalışmadır. Daha sonra 1993 yılında bilimsel yayın olarak yayımlandığı için genellikle 1993 tarihiyle referans verilmektedir. Buna karşın, NBER kaynaklarında Grossman & Krueger (1991) koduyla yer almaktadır.

ilişkisiyle ters düşme olarak ele alınmak yerine, genel olarak, EKC veya ters U ilişkisinin bir uzantısı olarak ele alınmaktadır<sup>8</sup>(Şekil 2).



### Şekil 2: Çevresel Kuznets Eğrisinde ters U ve N ilişkisi

(Kaynak: Bruyn and Heintz, 1999, figure 46.1)

Örneğin Shafik ve Bandyopadhyay<sup>9</sup> çalışmasında EKC ilişkisinin şekli, aşağıdaki gibi 3 farklı versiyonla sınanmıştır:

$$E_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 \times \log(Y)_{i,t} + \beta_2 \times time + e_{i,t} \quad (2)$$

Eşitlik (2), ekonomik düzeyi temsilen kişi başı gelir ile çevresel gösterge (E) arasında aynı yönlü doğrusal bir ilişkiyi ortaya koymaktadır. Denklem kuadratik terim ilave edildiğinde Eşitlik (3) elde edilir.

$$E_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 \times \log(Y)_{i,t} + \beta_2 \times \log(Y)_{i,t}^2 + \beta_3 \times time + e_{i,t} \quad (3)$$

Eşitlik (3), gelir düzeyi ve çevre baskısı ilişkisinde monotonik olmayan yapıyı temsil etmektedir.  $\beta_1$ 'in pozitif olduğu,  $\beta_2$ 'nin negatif mutlak olarak  $\beta_1$ 'den küçük olduğu durum, EKC eğrisi olarak bilinen ters U ilişkisine işaret edecektir.

$$E_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 \times \log(Y)_{i,t} + \beta_2 \times \log(Y)_{i,t}^2 + \beta_3 \times \log(Y)_{i,t}^3 + \beta_4 \times time + e_{i,t} \quad (4)$$

<sup>8</sup> Gene Grossman and Alan Krueger, "Economic growth and the environment", The Quarterly Journal of Economics, 110 (2), 1995, pp. 353-377.

<sup>9</sup> Nemat Shafik and Sushenjit Bandyopadhyay, "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence", *Background Paper for the World Development Report*, World Bank, Washington, DC, 1992, p. 5.

Eşitlik (3)'e kübik terim ilave edildiğinde Eşitlik (4)'e ulaşılır. Bu durum, sonraki altbölümde ayrıntılı olarak incelenen parametre şartlarının (Eşitlik 1a) sağlanması durumunda N ilişkisine işaret eder. Kübik form, literatürde EKC ilişkisinin bir versiyonu olarak kabul edilmektedir.

Eşitlik 4 ile ulaşılan N şeklindeki bir ilişki Şekil 2'de temsil edilmektedir. İlişki daha yakından incelendiğinde, öne sürüldüğü gibi Kuznets ilişkisine ters düşmediği görüleceği gibi ileri gelir seviyelerine ilişkin daha da tutarlı sonuçları ortaya koyabildiği görülecektir. Bruyn ve Heintz'ın incelediği şekliyle, birinci ve ikinci fazlarda ilk önce artan, sonra azalan bir hızla artış gösteren çevre baskısı, ekonomik gelişmenin belirli bir safhasında kendini gösteren dönüm noktasının ardından üçüncü fazda azalış göstermektedir. Buna karşın, bu azalışın sürekli olacağını hatta sıfıra doğru gideceğini öne sürmek, gerçek dünya için çok da anlamlı olmayacağı için belli bir seviyede tekrar yukarı doğru dönerek (bu durum *re-linking* olarak da kavramlaştırılmaktadır), ileri gelişme seviyeleri için N şeklinde bir ilişkiyi göstermesi daha geçerli bulunabilir.

Eşitlik 1, 2 ve 3 aracılığı ile, Shafik ve Bandyopadhyay tarafından ifade edilen bu üçlü modelde E, çevresel gösterge olarak tanımlanırken, uygulamada logaritmik bir modelleme tercih edilmiş ve ayrıca teknolojiyi içermek için zaman trendi dâhil edilmiştir. Buna karşın zaman trendinin literatürde teknoloji veya etkinliği hesaba katmak için yaygın sayılabilecek ölçüde kullanıldığını fakat, zaman trendinin zamanla değişen diğer değişkenleri de kapsayacağını ileri süren farklı görüşlerin de olduğunu bu noktada belirtmek, yararlı olacaktır (örneğin bkz. Agras ve Chapman<sup>10</sup>, Managi<sup>11</sup>).

## 2.1. Yapısal Denklemler ve İndirgenmiş Form EKC

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi ile çevre ve ekonomi arasında öne sürülen ilişki, Şekil 1 ve 2'de ters U ve N ilişkileriyle temsil edilmektedir. Ekonomi ve çevre arasında sınıranan bu ilişki, *yapısal form denklemler (structural equations)* veya *indirgenmiş form (reduced-form)* EKC kullanılarak yapılabilir. EKC yazınında sıklıkla rastlandığı gibi, indirgenmiş formların

<sup>10</sup> Jean Agras and Duane Chapman, "A dynamic approach to the Environmental Kuznets Curve hypothesis", *Ecological Economics*, 28 (2), 1999, pp. 267–277.

<sup>11</sup> Shunsuke Managi. *Technological Change and Environmental Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2007, pp. 115-116.

yerine yapısal denklemleri kullanarak, çevre düzenlemeleri, teknoloji ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)'nın endüstri bileşenleri GSYH ile ilişkilendirilir.<sup>12</sup> Bu şekilde, kirlilik düzeyi ile çevre düzenlemeleri, teknoloji, endüstri bileşimleri ve eklenen diğer yapısal faktörler arasındaki ikili ilişkiler bulunur ve bu ilişkiler tam olarak toplam ilişkiyi vermese de, geriye dönük bir çözümleme ile toplam ilişkiye yönelik bir yoruma gidilebilir.

*İndirgenmiş form EKC* ise, çevresel değeri ve ekonomik seviyeyi tek bir değişkenle temsil eder ve böylece çevre ile ekonomik gelişme arasındaki toplam ilişkiye bakar. Bu şekilde aradaki toplam ilişkinin biçimi incelenir ve ilişkinin yukarıda incelenen ters U veya N şeklinde olup olmadığı görülebilir. Dolayısıyla indirgenmiş form EKC modelinin biçimsel bir sınamada bulunduğu söylenebilir. Buna göre, indirgenmiş form bir EKC modeline eklenen diğer değişkenler modelin ekonometrik özelliklerini iyileştirmeye yönelik olup, çevresel ve ekonomik ilişkiyi temsile yönelik olmamalıdır.<sup>13</sup> Uygulamada ekonomik seviyenin genellikle kişi başı milli gelir ile ölçüldüğü görülmektedir. Buna karşın diğer kalkınma ölçütlerinin de kullanıldığı çalışmalar mevcuttur.<sup>14</sup> Çevresel gösterge olarak genellikle çevresel baskıyı temsilen çeşitli emisyon değerleri kullanılmaktadır.

İndirgenmiş formun iki avantajı vardır. Bunlardan birincisi, indirgenmiş formla gelir ile çevre baskısı veya kirliliği arasındaki etki doğrudan ölçülebilir; buna karşın yapısal denklemler kullanıldığında, bu etkinin bileşenlerden geriye doğru hesaplanması gerekir. Böyle bir durumda kurgulama ve tahminden doğan potansiyel hatalar, net etkinin hesaplanmasında genellikle büyük sapmalara neden olmaktadır. İkincisi ise, indirgenmiş formun bizi, düzenlemeler ve teknoloji durumu gibi değişkenlerin verilerini toplamaktan kurtarmasıdır. Öyle ki, bu veriler hazırda ulaşılabilecek veriler olmayıp temsil edilmesi halinde de geçerlilikleri sorgulamaya açık olacaktır.<sup>15</sup>

Bu noktada Giriş'te tanıtilen Eşitlik 1'in ayrıntılı olarak ele alınması yerinde olacaktır. Yukarıda ele alınan farklı ilişkileri tek bir modelde sınamamızı sağlayacak temel indirgenmiş form EKC modeli (Eşit-

<sup>12</sup> Grossman and Krueger, 1995, ibid, p. 359.

<sup>13</sup> Bruyn and Heintz, ibid, pp. 664-665.

<sup>14</sup> Örneğin, HDI (human development index) veya modifiye edilmiş hali olan MHDI bu kalkınma ölçütleri arasındadır.

<sup>15</sup> Grossman and Krueger, 1995, ibid, pp. 359-360.



lik1) ve modelin yorumlanması, Bruyn ve Heintz tarafından şu şekilde özetlenmektedir:<sup>16</sup>

$$EP_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 \times Y_{i,t} + \beta_2 \times Y_{i,t}^2 + \beta_3 \times Y_{i,t}^3 + \beta_4 \times Z_{i,t} + e_{i,t} \quad (1)$$

*EP*: Ekonomik gelişmenin çevre üzerinde yarattığı baskı; çevre baskısı

*Y*: Ekonomik gelişme temsilcisi (Gelir veya kişi başı gelir)

*Z*: Diğer değişkenler

*α*: Sabit terim

*β*: Katsayı parametreleri

*i*: Ülke indeksi

*t*: Zaman indeksi

Bu eşitlikte bağımlı değişken EP, büyümenin çevre üzerindeki baskısı veya çevre kalitesi göstergesi olarak algılanabilir. Yazında genellikle verileri hazır olan emisyon değerleri kullanıldığı için, daha yaygın olarak çevre baskısı şeklinde temsil edilir. Büyümenin çevre üzerindeki etkisi için açıklayıcı değişken olarak kullanılan Y değeri, yazında önemli bir mutabakat ile kişi başına düşen milli gelir olarak alınmaktadır. Çevre-ekonomik büyüme ilişkisinin şeklini belirlemek amacıyla Y gelir değerinin doğrusal, kuadratik, kübik formu modelde içerilmektedir. Alt simge i ülke indisini, t zaman indisini gösterir. *α* sabit terim olup, gelirin çevre baskısına önemli bir etkisi olmadığı durumda, EP- çevre baskısının ortalama değerini gösterir.  $\beta_k$ , k tane açıklayıcı değişkenin görece ağırlığını gösteren katsayı parametreleridir.  $Z_{i,t}$  nüfus yoğunluğu, gecikmeli gelir, gelir eşitsizliği gibi göstergeleri veya kısaca çevresel bozulmaya etki eden diğer değişkenleri temsil etmektedir. Modelde  $e_{i,t}$  normal dağılımlı hata terimini gösterir. Model çevre-ekonomi ilişkisine yönelik yedi farklı biçimi test etmemizi sağlamaktadır.

Parametre koşulları: (1a)

1.  $\beta_1 > 0$  ve  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  emisyon artışı, gelir artışına göre tekdüze artan bir seyir izlemektedir.
2.  $\beta_1 < 0$  ve  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  emisyon artışı, gelir artışına göre tekdüze azalan bir ilişki izlemektedir.
3.  $\beta_1 > 0$   $\beta_2 < 0$  ve  $\beta_3 = 0$  ters U şeklinde kuadratik bir ilişki mevcuttur. (EKC- Çevresel Kuznets Eğrisinin ima ettiği ilişki mevcuttur.)
4.  $\beta_1 < 0$   $\beta_2 > 0$  ve  $\beta_3 = 0$  U şeklinde kuadratik bir ilişki mevcuttur. (EKC-

<sup>16</sup> Bruyn and Heintz, ibid, p. 659.

Çevresel Kuznets Eğrisinin ima ettiği ilişkinin tersi mevcuttur.)

5.  $\beta_1 > 0$   $\beta_2 < 0$  ve  $\beta_3 > 0$  kübik polinomik N şeklinde bir ilişkiye işaret eder.
6.  $\beta_1 < 0$   $\beta_2 > 0$  ve  $\beta_3 < 0$  kübik polinomik ters N şeklinde bir ilişkiye işaret eder.
7.  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 > 0$  düz bir patikaya işaret eder, emisyon ve gelir arasında bir ilişki mevcut değildir.

Yukarıdaki bileşenlerden görülebileceği üzere, Çevresel Kuznets Eğrisinin ima ettiği ilişki şekli modelin muhtemel çıktılarından sadece biridir. Ekonometrik modelin tahmini  $\beta_3$  parametresinin istatistiki olarak anlamlı olmaması, ekonomik gösterge ile çevresel gösterge arasındaki ilişkinin ikinci dereceden daha fazla olmadığına ve bu da ilişkinin kuadratik bir ilişki olduğuna işaret edecektir. Katsayıların  $\beta_1$  parametresi için pozitif,  $\beta_2$  parametresi için negatif değer alması durumunda ilişki teorideki çan eğrisi ilişkisini destekler yönde olacaktır.

EKC modelinin dönüm noktaları, Denklem (1)'de geniş halde verilen modelin kuadratik formunun türevinin sifıra eşitlenmesiyle bulunacaktır. Kübik değişkenin bulunmadığı, kuadratik form EKC durumunda dönüm noktası, Denklem (5) ile kolaylıkla hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned} d/dY (EP) &= 0 = d/dY (\alpha + \beta_1 Y + \beta_2 Y^2 + Z) \\ 0 &= \beta_1 + 2\beta_2 Y_{TP} \\ Y_{TP} &= -\beta_1 / 2\beta_2 \end{aligned} \quad (5)$$

*TP: dönüm noktası*

Yapılan ekonometrik sınamalarda, geniş EKC modelinin tahmini sonucu  $\beta_3$  parametresinin sıfır çıkmaması ilk planda EKC eğrisinden ciddi bir sapma gibi görülse de bu çan eğrisi ilişkisinin belli bir gelişmişlik düzeyinden sonra tekrar artışa doğru geçeceği yönünde yorumlanabilir ki bu da EKC eğrisinin farklı bir versiyonu olarak kabul edilebilir. Yazında bu şekildeki eğri kimi zaman N ilişkisi olarak adlandırılmaktadır. Kübik form EKC eğrisi için dönüm noktaları, Denklem (1)'deki modelin türevinin sifıra eşitlenmesiyle bulunacaktır. Dolayısıyla Denklem (6)'da verilen denklemin kökleri, kübik form EKC modelinin dönüm noktalarını oluşturur.

$$d/dY (EP) = 0 = d/dY (\alpha + \beta_1 Y + \beta_2 Y^2 + \beta_3 Y^3 + Z)$$

$$0 = \beta_1 + 2\beta_2 Y_{TP} + 3\beta_3 (Y_{TP})^2 \quad (6)$$

$Y_{TP}$ : dönüm noktasındaki gelir veya kişi başı gelir ( $Y$ ) değeridir.

Tahmin yöntemi olarak yazında bu genelleştirilmiş model sınıfına giren ekonometrik modeller çoğunlukla OLS, GLS gibi yöntemlerle tahmin edilmesine karşın, GMM gibi diğer yöntemlerin veya probit modellerinin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Veri seti olarak Amerika ve Kanada için, Global Çevre Gözlemeleme Sistemi (GEMS), Toksik Salımı Takip Sistemi (TRI) ve ORNL Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı gibi gelişmiş gözlemeleme sistemlerinin verileri kullanılmaktadır. Bunun dışında Avrupa ve diğer bazı ülkeleri kapsayan OECD Çevre Verileri Seti ve tüm ülkeleri kapsamaya çalışan Dünya Bankası verileri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çevresel gösterge olarak genellikle  $CO_2$ ,  $SO_2$  ve  $NO_2$  emisyonu gibi salım değerleri kullanılmakla beraber, bazı çalışmalarda suya ilişkin koliform, çözülmüş oksijen değerleri gibi başka değerler kullanılmaktadır. Öte yandan çevresel gösterge olarak birçok farklı değişkeni kullanmak mümkündür ve son dönem çalışmalarda bu değişkenlerin de kullanıldığı görülmektedir. Emisyon dışında kullanılan çevresel değişkenler olarak toksik yoğunluğu veya sınai hammadde kullanım oranları (bkz. Seppala vd, 2001; Canas vd. 2003), ormansızlaşma veya biyolojik çeşitlilikteki değişimler (bkz. Dietz ve Adger, 2003), enerji değerleri, yok olma tehlikesi altındaki canlı türleri (McPherson ve Niesviadomy, 2005) gibi farklı değişkenler ve diğer göstergeler de kullanılabilir.

Tipik bir Çevresel Kuznets Eğrisi yukarıdaki gibi, indirgenmiş formdaki bir eşitlikle kişi başına düşen gelir ve çevresel göstergeler arasındaki ilişkiyi modelleştirir. Bunun yanında, yazında zaman trendi (bkz. Shafik ve Bandyophadyay, 1992), zaman ve kesit kuklaları, değişkenlerin gecikmeli değerleri, gelirin son 3 yıl ortalama değeri (bkz. Grossman ve Krueger, 1995), gelir dengesizliği (bkz. Torras ve Boyce, 1998), nüfus yoğunluğu (bkz. Selden ve Song, 1994, Zaim ve Taşkın, 2000), kirlilik azaltma faaliyetleri ve kirlilik azaltma faaliyetlerinin karesi (bkz. Managi, 2007), ekonominin yapısını temsil eden değişkenler (bkz. Lucas vd., 1992; Suri ve Chapman, 1998; Kaufman vd., 1998), ticaret verileri (bkz. Shafik ve Bandyophadyay, 1992; Suri ve Chapman, 1998), politik ve sivil haklar (bkz. Shafik ve Bandyophadyay, 1992; Torras ve Boyce, 1998) gibi çok farklı değişkenler modele eklenebilmektedir.

Görüldüğü üzere EKC modellerinde ek değişkenler yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna karşın, ek değişkenlerin kullanımının ne anlama geldiğine dikkat etmek gerekir. Nitekim bu değişkenler gelire ilgili etkilerin bir kısmını içerdiği ölçüde gelir-çevre ilişkisinin ölçümünde, örneğin dönüm noktasının ölçümünde büyük bir olasılıkla sapmaya yol açacaktır.<sup>17</sup>

Ayrıca bu eleştiriler sadece teorik düzeyde kalmamış, Suri ve Chapman tarafından söz konusu diğer değişkenlerin EKC üzerindeki etkileri ölçülmüş ve tahmin edilen dönüm noktasında önemli sapmalara neden oldukları gösterilmiştir.<sup>18</sup> Bu yüzden bu değişkenler modelde istatistiki olarak anlamlı olmalarından önce temsil edilen ilişki içindeki yerlerine göre değerlendirilmelidir.

Kuznets'in ters U ilişkisini ilk kez çevresel ilişkiye uygulayan Grossman ve Krueger, indirgenmiş form ilişki ve yapısal ilişki ayrımıyla bu konuya açıklık getirmişlerdir (bkz. Grossman ve Krueger, 1995). Ancak ilgili çalışmaların çoğunda bu ayrıma dikkat edilmeyişi Luzzati ve Orsini (2010a, b) tarafından eleştirilerek bu ayrıma tekrar dikkat çekilmiştir. Bu ayırım içerisinde, yapısal ilişkiye yönelik olmayan, özellikle panel seri yapısında spesifik etkileri temsil etmeye yönelik olarak sunulan nüfus yoğunluğu gibi değişkenler bu eleştirinin dışında tutulmalıdır.

## 2.2. Teorik Yazında Çevresel Kuznets Eğrisi

Roma Kulübünün tartışma yaratan çalışmaları ve sera etkisine yönelik felaket öngörülleri sonucunda son dönemde yapılan birçok çalışma iktisadi kalkınma ile çevresel sorunlar arasındaki ilişkiyi incelerken kalkınmanın yarattığı kirlilik üzerine odaklanmıştır. Birçok kirletici için ortaya konan ters U şeklindeki ilişki iktisadi gelişmeyle artan kirlilik salımının (veya modele göre kirlilik miktarının), ki buna *ölçek etkisi* demek mümkündür, daha sonra düşüğe geçtiği ortaya konulmuştur. Belli bir noktadan sonra aradaki ilişki tekrar şekillenmektedir.<sup>19</sup> Monoton artan ölçek etkisinin karşısına çıkarak, artan ilişkiyi tersine çevirecek olan etki, *teknik etki* olarak

<sup>17</sup> Bruyn ve Heintz, *ibid*, pp. 664–665

<sup>18</sup> Vivek Suri and Duane Chapman, “Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve”, *Ecological Economics*, Special Issue on the Environmental Kuznets Curve, 1998, pp. 195–208.

<sup>19</sup> Bu monoton olmayan tekrar şekillenme Copeland ve Taylor (1994) çalışmasında yapıldığı gibi bağlantı kopması (de-linking) olarak tanımlanmaktadır. Burada ifade edilen, gelişmeyle çevre arasındaki ilişkinin bir aşamadan sonra kopması ve yerini başka bir ilişkiye bırakmasıdır.

adlandırılmaktadır. Copeland ve Taylor (1994) bu tekrar şekillenmenin açıklanmasına, ölçek etkisinin karşısına çıkan *bileşim etkisi* ve *teknik etkileri* (composition ve technique effects) ayırıştırarak katkı sağlamıştır.<sup>20</sup>

Gerçekten de ters U şekliyle kastedilen bu ilişki değişimi için yapılan açıklamalar, genel olarak üretimin bileşiminin değişmesi ve teknolojide meydana gelen değişim üzerinde toplanmaktadır. Burada belirtmek gerekir ki politika uygulamaları iki etkenle de ilişkilidir. Ekonomik ya da bilimsel gelişmeler sonucunda meydana gelen yeni zararlı etkilerin kamu ilgisini çekmesi sonucunda politikalarda yaşanan değişikliklerle ya da kullanılan teknolojinin yenilenmesiyle beraber sektörel değişimlere sebep olunması gibi etkiler ortaya çıkabilir. Karbon emisyonu, su kaynakları ve atık emisyonu ya da nükleer enerji konusunda yaşanan gelişmeler buna örnek olarak gösterilebilir.

Daha önce belirtildiği üzere, EKC üzerine yapılan ampirik çalışmalar ekonomi-çevre ilişkisini ele alan teorik yazından bağımsız olarak gelişmiştir<sup>21</sup>. Dolayısıyla bu teorik altyapı Çevresel Kuznets Eğrisinin temsil ettiği ilişkilerin açıklanması yolunda fazla devreye girmemiştir.

EKC'nin temsil ettiği ekonomik gelişme ve çevresel göstergeler arasındaki ters U ilişkisinin açıklanmasında yapısal/kurumsal değişim gibi etkenlerin öne sürüldüğü görülmektedir. EKC'yi açıklamaya çalışan bazı çalışmaları incelersek, örneğin Stokey'de<sup>22</sup> kirlilik azaltıcı teknolojinin (pollution abatement technology) azalan marjinal maliyetlere sahip olması öne çıkarılmaktadır. Böylece ilk birimler için var olan yüksek maliyetler yoksul ülkeleri kirlilik azaltma faaliyetlerinden uzak tutacaktır. De Groot'un<sup>23</sup> çalışmasında gelir etkisi ve yaparak öğrenme (learning-by-doing) etkisiyle yönlenen bir sektör içi değişim olgusu öne çıkmaktadır. Fakat De Groot tarafından öne çıkarılan gelişmiş ülkelerdeki bu sektör içi değişimin baskınlığı olgusu, De Bruyn<sup>24</sup> ve Torvanger<sup>25</sup> gibi ampirik

<sup>20</sup> Copeland and Taylor, "North-South Trade and the Environment", *Quarterly Journal of Economics*, 109, 1994, pp. 668-670.

<sup>21</sup> Neumayer, *ibid*, p. 84.

<sup>22</sup> Nancy Stokey, "Are There Limits to Growth?", *International Economic Review*, 39, 1998, pp. 1-31.

<sup>23</sup> Henri De Groot, "Environmental Policy, Economic Reform and Endogenous Technology", OCFEB Research Memorandum 9911. *Working Paper Series 1*, 1999. Available from: <http://publishing.eur.nl/ir/repub/asset/837/rm9911.pdf>. Accessed: 31.7.2009.

<sup>24</sup> Sander De Bruyn, "Explaining the Environmental Kuznets Curve: structural change and international agreements in reducing sulphur emissions", *Environment and Development Economics*, 2, 485-503.

<sup>25</sup> Asbjorn Torvanger, "Manufacturing Sector Carbon Dioxide Emissions in Nine OECD Countries, 1973-1987", *Energy Economics*, 13 (3), 1991, pp. 168-186.

çalışmaların sonuçları ile çelişmektedir. Bir başka çalışmada ise Andreoni ve Levinson<sup>26</sup> yine gelir etkisini ters U ilişkisinin belirleyeni olarak öne sürmektedir. Bu çalışmada gelir etkisi ile çevresel bozulma arasındaki basit ilişki ele alınmaktadır. Fakat Andreoni ve Levinson'ın çalışmasında gelir etkisinin örtük olarak teknoloji değişimiyle ilişkisi düşünülebilirse de modelde iktisadi büyüme veya teknolojik değişimin açık olarak modellenmesi yer almamaktadır.

### 3. Çevre Baskısı Olarak CO<sub>2</sub> Emisyonu

İkinci bölümde yer verildiği üzere, EKC hipotezinin öne sürdüğü çevresel baskı ile ekonomik kalkınma ilişkisi içerisinde çevresel veri olarak birçok veri kullanılabilir olmasına karşın, genellikle verileri düzenli tutulan emisyon serileri çevre baskısını temsilen kullanılmaktadır. Emisyonların farklı özelliklerine göre EKC ilişkisinin biçimi ve dönüm noktası gibi tanımlayıcı özellikleri farklılaşmaktadır. İklim değişimi ve küresel ısınma gibi en güncel sürdürülebilirlik sorunlarının merkezinde olması ve enerji ile doğrudan ilişkisi nedeniyle CO<sub>2</sub> emisyonu diğer emisyonlardan farklı değerlendirilmektedir. Dünya ekonomisinin fosil yakıt tabanlı yapısı nedeniyle CO<sub>2</sub> emisyonu ile ekonomi arasında özelliği bir ilişki olduğu dile getirilmelidir. Karbondioksit emisyonunun hava ve sudaki diğer emisyonlardan ayrılan önemli bir özelliği global bir emisyon olmasıdır.

Çevre baskısını temsilen CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine yapılan EKC modeli tahminleri gerek uyguladığı yöntemler gerekse ulaştığı sonuçlar açısından çeşitlilik göstermektedir. Buna karşın EKC ilişkisini destekleyen çalışmalarda, diğer emisyonlar için yapılan çalışmalardan daha farklı olarak, daha yüksek ve 30–40.000 \$ seviyelerinde dönüm noktalarına sahip olan ilişkilerin saptandığı görülmektedir (bkz. Bölüm 3.1). Literatürde sıkça rastlandığı üzere, çevre baskısını ve ekonomik gelişmeyi temsil eden CO<sub>2</sub> emisyonu ve GSYH/GDP serileri ile kurulan EKC modelleri ekonometrik olarak sınanabilir. Bununla beraber, söz konusu seriler üzerine yapılacak yakın ölçekli konvansiyonel bir inceleme ile hipoteze ilişkin önemli sonuçlara ulaşılabildiği görülmektedir.

<sup>26</sup> James Andreoni and Arik Levinson, "The Simple Analytics of the Environmental Kuznets Curve", *Journal of Public Economics*, 80, 2001, pp. 269-286.

### 3.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Eşitlik (1)'de geniş hali (3) ve (4)'te ise kuadratik ve kübik hali verilen EKC modelinde sağ tarafta hata terimi olmadan yer alan matematiksel ilişki, (1a)'da verilen parametre koşulları ile beraber, çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin öne sürdüğü ilişki biçimini sağlayan matematiksel ilişkiyi verir. Bu ilişki genellikle rassal sapmalara imkan veren ekonometrik modellerle sınılanır. Buna karşın indirgenmiş form ile sınılanan biçimsel toptan ilişki biçimi, ekonometrik metotlar dışında, söz konusu ilişkinin (teorik kısımda yer verilen ilişki kopmaları gibi) saiklerine yönelik olacak şekilde konvansiyonel metotlarla araştırılabilir.

Ayrıca, bu tür uygulamalarda ekonometrik analizler kadar diğer analitik analizleri öne çıkartan bir unsurun burada altını çizmek gerekir. EKC hipotezinin öne sürdüğü matematiksel ilişki fiziksel bir eşitliğe dayanan ilişki olmayıp bir biçimsel ilişkiyi tanımlayan matematiksel formdur. Dolayısıyla bu sınama bir biçimsel sınama olarak nitelendirilebilir. Böylesi bir ilişki biçimi sınaması genellikle tarihi gelişimsel süreçte (veya sürecin kesitindeki gelişimsel dağılımla, diğer deyişle kesitte) sınanabilir. Bu durumda biçimsel sınamanın tek tek ülkeler üzerinde mi yoksa ülkelerin sapmalarına imkân veren bir panel ortalamasıyla mı ya da doğrudan fiziksel toplama yönelik bölgesel ve dünya ölçeği üzerinden mi daha iyi tespit edilebileceği bir tartışma konusudur. Biçimsel ilişkiyi etkileyebilecek çok farklı faktörler dikkatle analitik incelemeden geçirilmelidir. Ekonometrik modeller ise bu ayırımları içerebildiği veya ayırtırmayı model içinde *a priori* olarak yapabildiği ölçüde başarılı olabilir.

Bu çalışmada amaçlanan, bir ekonometrik analiz değildir. Aksine, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin indirgenmiş form ile toplam ilişkiye bakan biçimsel bir sınama olduğunu; bu sebeple de dikkatle yapılacak konvansiyonel sınamaların basit biçimsel ilişkiyi oluşturan ilişki kopmalarını (de-linking) ortaya çıkarabileceğini ve hatta ekonometrik sınamanın eksikliklerini kapatabilecek güçte olduğu tezini savunarak uygulamada göstermeyi amaçlamaktadır. Örneğin bu sınamalarda bireysel ülkelerin çok istisnai özellikleri daha iyi ve net şekilde ayırtılabilmektedir. Buna karşın karşılaştırmalara taban oluşturmak ve özellikle dönüm noktalarını ortaya koymak amacıyla 53 ülkenin panel serileri Eşitlik 3 ve Eşitlik 4'te verilen modeller ile ekonometrik olarak tahmin edilmiş ve dönüm nok-

taraları hesaplanmıştır. Bu ekonometrik tahmin Lise<sup>27</sup> çalışmasında olduğu gibi sadece analizin rasyonalitesini doğrulamak ve karşılaştırmalara temel olmak üzere kullanılacaktır:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= 0,946418 + 0,000745 \times Y - 1,17 \cdot 10^{-8} \times Y^2 \\ &(6,95814) \quad (33,55358) \quad (-17,44315) \quad R^2= 0,5064 \\ \text{TP}_1 &= 31838 \$ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= -0,025172 + 0,001212 \times Y - 4,43 \times 10^{-8} \times Y^2 + 5,47 \times 10^{-13} \times Y^3 \\ &(-0,164388) \quad (28,11326) \quad (-16,47870) \quad (12,50809) \quad R^2= 0,5064 \\ \text{TP}_{1,2} &= \text{Karmaşık sayı } (26999 \pm 3131 \sqrt{i}) \end{aligned}$$

Ekonometrik tahminler, kuadratik modelin sınaması sonuçlarından 31838 \$ dönüm noktası olan bir ters U ilişkisi saptamaktadır. Kübik modelde ise, sabit terim dışında<sup>28</sup> diğer açıklayıcı terimler anlamlı olsa da dönüm noktaları reel sayılarla ifade edilememektedir. Kuadratik modelde elde edilen dönüm noktası değeri, benzer fakat biraz daha dar bir panelde çalışılan Tutulmaz<sup>29</sup> çalışmasındaki sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada CO<sub>2</sub> emisyonu için sınanan farklı modeller 35–50000 \$ seviyelerinde dönüm noktaları vermektedir. Ayrıca bu değerler literatürdeki, karbondioksit emisyonu için, diğer emisyonlara göre daha yüksek dönüm noktaları bulan Holtz-Eakin ve Selden<sup>30</sup> ile Luzzatti ve Orseni<sup>31</sup> çalışmalarının sırasıyla 28000/35000 \$ ve 26000 \$ seviyele-

<sup>27</sup> Wietze Lise, "Decomposition of CO2 emissions over 1980-2003 in Turkey", *Energy Policy*, 34, 2006, pp. 1841-1852.

<sup>28</sup> Sabit terim anlamsız olsa da, sabit terimsiz modelin sınaması gerçekleştirildiğinde gerek katsayılar da gerek se (karmaşık sayılar olan) dönüm noktalarında çok küçük değişiklikler dışında sonuçlarda herhangi bir farklılığa yol açmadığı için model orjinal haliyle bırakılmıştır.

<sup>29</sup> Onur Tutulmaz, *Ekonomi - Çevre İlişkisi ve Sürdürülebilir Kalkınma: Ampirik Bir Değerlendirme*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2011; Onur Tutulmaz, Ahmet Şahinöz, ve Selim Çağatay, "Karbondioksit emisyonu üzerinden çevre baskısı değerlendirilmesi: Çevresel Kuznets eğrisine panel veri uygulaması", *İktisat, İşletme ve Finans*, 27 (314), 2012, s. 35-72.

<sup>30</sup> Douglas Holtz-Eakin and Thomas M. Selden, "Stoking the Fires?: CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth?", *NBER Working Papers 4248*, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, 1992.

<sup>31</sup> Tommaso Luzzatti and Marco Orsini (2010a, 10, pp. 19-21), "A robustness exercise on the EKC for CO<sub>2</sub> emissions," *Advances in Energy Studies 2010*. Erişim: 26.2.2011, <http://www.societalmetabolism.org/aes2010/Proceeds/DIGITALPROCIDINGSfiles/PRESENTATIONS/LuzzattiOrsiniAES2010.pdf>.



rindeki dönüm noktalarıyla paralellik göstermektedir. Bu çalışmada kübik modelin sonuçları reel sayılarla ifade edilemediği için değerlendirilmeye dahil edilemese de, Luzzatti ve Orsen'in söz konusu çalışmasında kübik modelin ilk dönüm noktası olarak 14000 \$ ile daha düşük bir değer vermesine karşın, ikinci dönüm noktası 614379 \$ gibi uygulamada anlamlı olmayan çok yüksek bir değer vermiştir. Böylesi bir yüksek dönüm noktasıyla, matematiksel olarak bir N ilişkisi veren söz konusu kübik model, pratikte yine bir ters U ilişkisine işaret etmiş olmaktadır. Benzer bir sonuç Tutulmaz (2011) ve Tutulmaz vd. (2012) çalışmasında da bulunmuştur. Sonuç olarak, ekonometrik tahminin EKC ilişkisini saptayan sonuç verdiğini ve elde edilen dönüm noktasının düzey olarak ifade ettiği biçimsel ilişkinin sonraki alt bölümdeki analitik çözümlere içerisinde baz olarak kullanılacağını söyleyebiliriz.

Bu noktada belirtmek gerekir ki zaman boyutu olan serilerin ekonometrik analizleri yapılırken zaman serisi özellikleri dikkatle incelenmelidir. Aksi takdirde ulaşılan sonuçlar tamamen hayali (spurious) olabilir. Burada sadece ilgili incelemelerin Tutulmaz (2011; vd.2012) çalışmasında yapıldığı şekliyle ayrıntılı olarak yapıldığında sonuçların paralellik gösterdiği dile getirilebilir. Buna göre, ADF testi ve diğer sınamalarda durağan olmadığı belirlenen düzey serilerin<sup>32</sup> arasında Pedroni, Kao ve Fisher testleriyle bir kointegrasyonun varlığı tespit edilmektedir.<sup>33</sup>

### 3.2. Ülkelerin Emisyonlarının Konvansiyonel Analizi

Dünya ekonomisini temsilen analize dâhil edilen 53 ülkenin sabit fiyatlarla 2007 yılı kişi başı gelir seviyeleri Tablo 1'de ve Şekil 3'de verilmektedir.

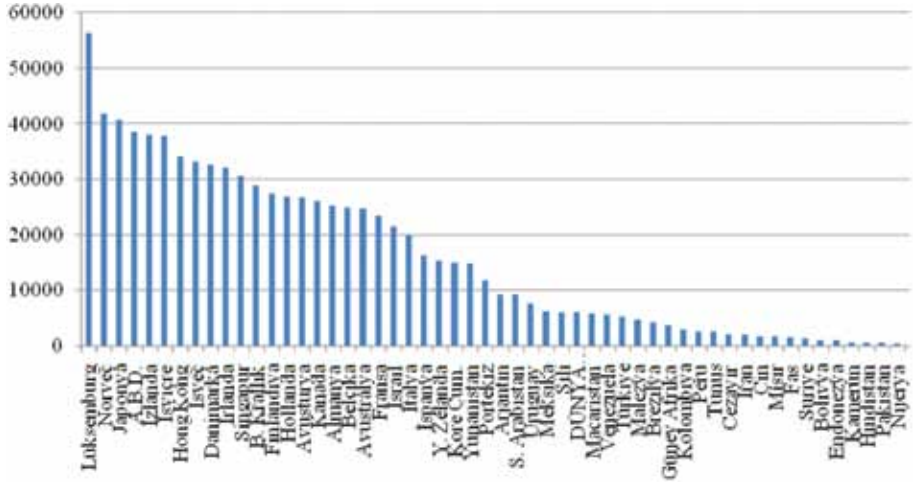
<sup>32</sup> Ayrıntılı incelemeler serilerin birinci derece bütünlük I(1) yapısı gösterdiğini ortaya koymaktadır.

<sup>33</sup> Doğrusal olmayan matematiksel dönüştürmelerin kointegrasyon denkleminde etkileri konusu çok daha derin ve henüz sonuçlanmamış bir ekonometrik tartışmaya girmekte olup şuan için EKC modelleri için yapılan ekonometrik sınamaların yumuşak tarafını oluşturmaktadır. Buna karşın, bu çalışmada, doğrusal olmayan matematiksel dönüştürmeler kointegrasyon analizine eklendiğinde söz konusu test sonuçlarının etkilenmediği ve sonuçların referans çalışma ile paralellik gösterdiği belirtilebilir.

**Tablo 1: Analize dâhil edilen ülkelerin 2007 yılı kişi başı milli gelirleri<sup>34</sup>**

1	Avustralya	24755,6	19	Hollanda	26968,6	37	Mısır	1765,7
2	Japonya	40707,0	20	Norveç	41900,8	38	Tunus	2652,1
3	Kore Cum.	15157,6	21	Portekiz	11926,1	39	Fas	1658,9
4	Y. Zelanda	15470,7	22	İspanya	16369,1	40	İran	2125,0
5	Çin	1864,1	23	İsveç	33259,3	41	S. Arabistan	9364,5
6	Malezya	4925,8	24	İsviçre	37934,8	42	Suriye	1396,7
7	Avusturya	26785,9	25	B. Krallık	28928,9	43	İsrail	21512,0
8	Belçika	24990,6	26	Türkiye	5323,7	44	Kanada	26192,9
9	Danimarka	32767,4	27	Bolivya	1132,2	45	A.B.D.	38699,0
10	Finlandiya	27468,5	28	Arjantin	9388,7	46	Hong Kong	34043,6
11	Fransa	23584,6	29	Brezilya	4297,7	47	Singapur	30702,2
12	Almanya	25248,9	30	Şili	6078,4	48	Endonezya	1003,4
13	Yunanistan	14995,4	31	Meksika	6333,1	49	Hindistan	687,6
14	Macaristan	5962,1	32	Peru	2725,8	50	Pakistan	643,9
15	İzlanda	38165,7	33	Uruguay	7759,3	51	Kamerun	703,7
16	İrlanda	32214,3	34	Venezuela	5745,7	52	Nijerya	476,2
17	İtalya	20000,5	35	Kolombiya	3083,1	53	Güney Afrika	3704,8
18	Lüksemburg	56389,2	36	Cezayir	2155,5	54	Dünya Ort.	6039,8

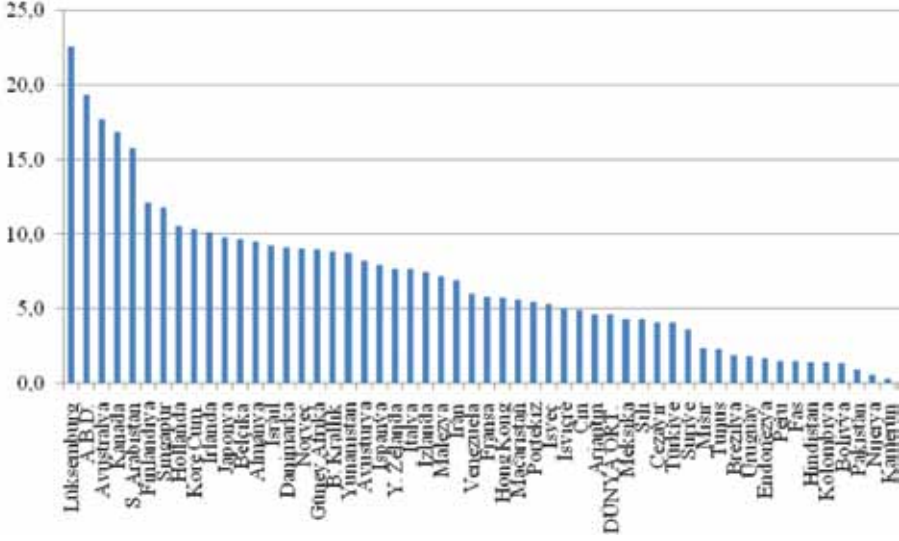
(Kaynak: Dünya Bankası WDI-Dünya Kalkınma İndikatörleri)



**Şekil 3: Ülkelerin sabit fiyatlarla 2007 yılındaki kişi başı milli gelirleri** (Kişi başı milli gelir değerleri 2000 yılı ABD doları para birimine göre [Tablo 1].  
Kaynak: Dünya Bankası WDI verilerinden düzenlenmiştir.)

<sup>34</sup> Kişi başı milli gelir değerleri 2000 yılı ABD doları para birimine göre.

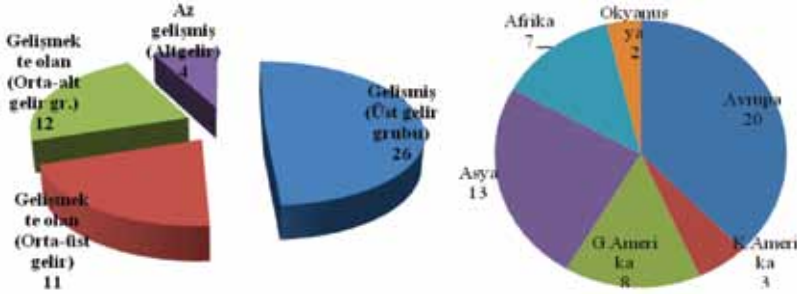
Şekil 4'te dünya ekonomisini temsilen analize dâhil edilen ülkeler karbon emisyonlarına göre sıralanmaktadır. Genellikle ekonomik büyüklük sıralaması emisyon sıralamasına da yansımış gözükmemektedir. Buna karşın Suudi Arabistan, Venezüella ve İran gibi fosil tabanlı yakıtlar açısından zengin ülkelerin nispi olarak daha yukarıda sıralandıkları da görülebilmektedir.



#### Şekil 4: Ülkelerin 2007 kişibaşı CO<sub>2</sub> salımları

(Dikey eksen kişibaşı karbondioksit salımını kg cinsinden vermektedir. Kaynak: Dünya Bankası WDI online veri tabanından alınan veriler kullanılmıştır)

Dünya ekonomisini temsilen analize dâhil edilen ülkeler kısaca değerlendirildiğinde 5 kıtadan da ülkeler yer almaktadır. Türkiye de dikkate alındığında 20 ülke Avrupa, 13 ülke Asya, 3 ülke Kuzey Amerika, 8 ülke Güney Amerika, 7 ülke Afrika ve 2 ülke Okyanusya kıtasından analize dahil edilmiştir (Şekil 5b). OECD'ye üye 30 ülkenin 27 tanesi analize dahil edilmiş olup; Çek Cumhuriyeti, Polonya ve Slovakya, verileri oldukça eksik olduğu için analiz dışında bırakılmıştır.



**Şekil 5: Dünya ekonomisini temsilen analize dâhil edilen ülkelerin a) gelir seviyelerine göre b) coğrafi konumlarına göre dağılımı**

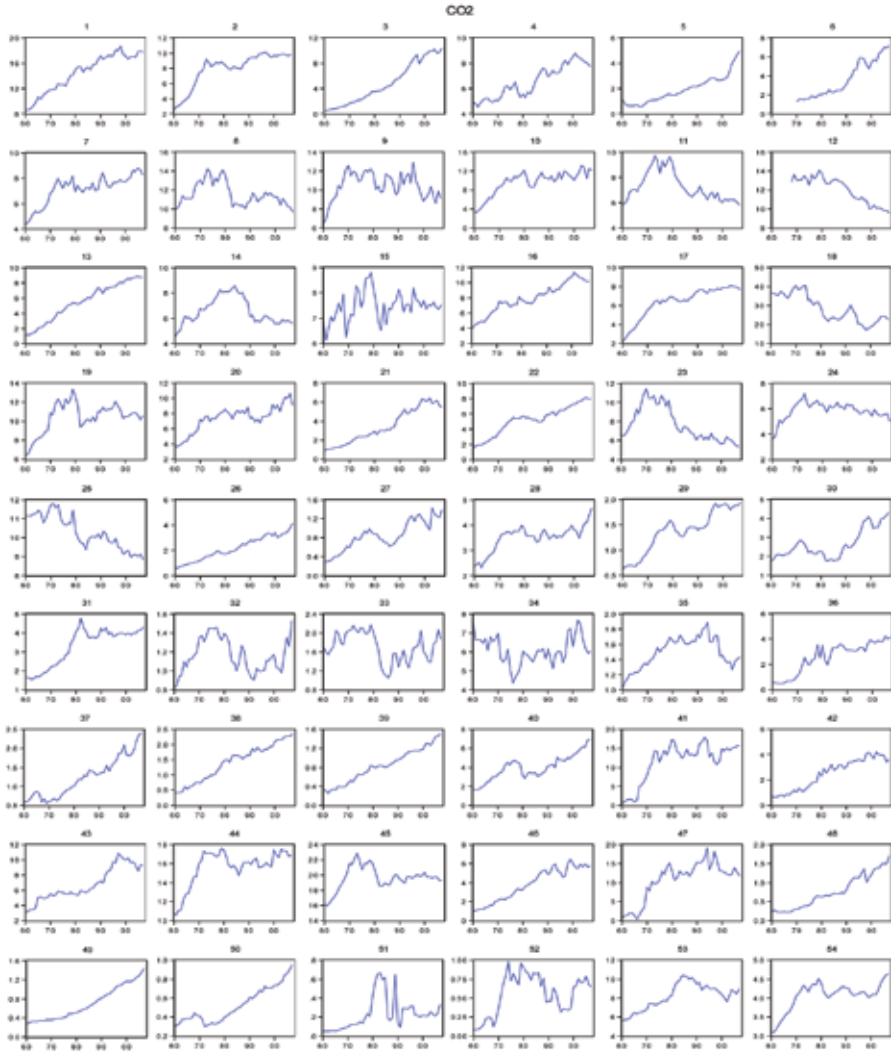
Dünya Bankası tarafından kullanılan tanımlamalara göre ve ülkelerin 2007 yılı değerleri dikkate alınarak bir ayırım yapıldığında bu ülkelerden 26'sı üst gelir grubuna, Türkiye'nin de dâhil olduğu 11 ülke orta-üst, 12 ülke orta-alt ve 4 ülke düşük gelir grubuna dâhildir (Şekil 5a). Burada kullanılan Dünya Bankasının eşik değerleri 975, 3855 ve 11950 \$ olarak sıralanmaktadır.<sup>35</sup> Tablo 1'in son sırasında yer verilen dünya ortalaması bu ayırımıda 6039,8 \$ ile orta-üst gelir grubuna düşmektedir.

Şekil 6'da yer alan ülkelerin 1960–2007 yılları arasındaki CO<sub>2</sub> emisyonu serileri<sup>36</sup> üzerinde yapılan ilk değerlendirmede çok farklı eğilimlerin yer aldığı görülmektedir. Ülkelerin yaklaşık dörtte birinde ana eğilim olarak sürekli artan bir ilişkiyi belirgin olarak görmek mümkün iken diğerlerinde oldukça değişken bir yapı ortaya çıkmaktadır. Belirgin sürekli artış eğiliminin görüldüğü bu ülkelerin, ki bu ülkelere Türkiye de dâhildir, hemen hepsi az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerden oluşmaktadır. Gelişmiş ülkelerin karbon salımlarının ise kırılmalar ve farklı eğilimler gösterdiği görülmektedir. Bununla beraber, artış eğilimleri değerlendirilirken bu artışın ekonomik büyüme değerlerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir.

Şekil 6'da 54 nolu son grafikte Dünya Bankası veri tabanında verilen, dünyanın toplam CO<sub>2</sub> emisyonu grafiği yer almaktadır. Bu grafikte dünyanın karbondioksit emisyonu 1970'li yıllara kadar artış gösterirken, bu tarihten sonra sürekli kırılmalar göstermektedir. Buradan görüldüğü üzere nüfus olarak azınlıkta kalmalarına rağmen, emisyon hacmi olarak dünya karbon emisyonunun büyük çoğunluğunu oluşturan gelişmiş ekonomilerin gösterdiği eğilim değişimleri ve çok kırılmalı yapı, dünya toplamına da yansımış gözükmektedir.

<sup>35</sup> Dünya Bankasının World Databank veri tabanında verilen, 2007 yılına göre GSMH (GNI) eşik değerleridir; <http://www.worldbank.org>. Erişim: 24.10.2010.

<sup>36</sup> Dünya Bankasının Dünya Kalkınma İndikatörleri (WDI) veri setindeki karbondioksit emisyonu serisi Eylül 2011 tarihi itibarıyla en son 2007 yılı emisyonunu içermektedir. Kaynak: <http://www.worldbank.org>. Erişim: 17.09.2011.



1-Avustralya 2-Japonya 3-Kore Cum. 4-Yeni Zeland 5-Çin 6-Malezya 7-Avusturya 8-Belçika 9-Danimarka 10-Finlandiya 11-Fransa 12-Almanya 13-Yunanistan 14-Macaristan 15-İzlanda 16-İrlanda 17-İtalya 18-Lüksemburg 19-Hollanda 20-Norveç 21-Portekiz 22-İspanya 23-İsveç 24-İsviçre 25-B. Krallık 26-Türkiye 27-Boliviya 28-Arjantin 29-Brezilya 30-Şili 31-Meksika 32-Peru 33-Uruguay 34-Venezuela 35-Kolombiya 36-Cezayir 37-Mısır 38-Tunus 39-Fas 40-İran 41-S.Arabistan 42-Suriye 43-İsrail 44-Kanada 45-ABD 46-Hongkong 47-Singapur 48-Endonezya 49-Hindistan 50-Pakistan 51-Kamerun 52-Nijerya 53-G.Afrika 54-Dünya Toplamı

### Şekil 6: Ülkelerin CO<sub>2</sub> salımı serilerinin zamana göre grafiği

(Dikey eksen kişi başı karbondioksit salımını kg cinsinden vermektedir. Kaynak: Dünya Bankası online veri tabanından alınan 1960–2007 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır)

Türkiye'nin bulunduğu Avrasya coğrafyasında yer alan ve birçoğu Türkiye ile akrabalık ilişkisi içerisinde yer almasından dolayı ayrıca öneme sahip olan eski Sovyetler Birliği ülkelerinden oluşan 11 Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT)<sup>37</sup> ülkesi,<sup>38</sup> verileri 1990'lardan itibaren başladığı ve benzer özellikler gösterdikleri için Şekil 8, 9 ve 10'da ayrıca incelenmiştir.

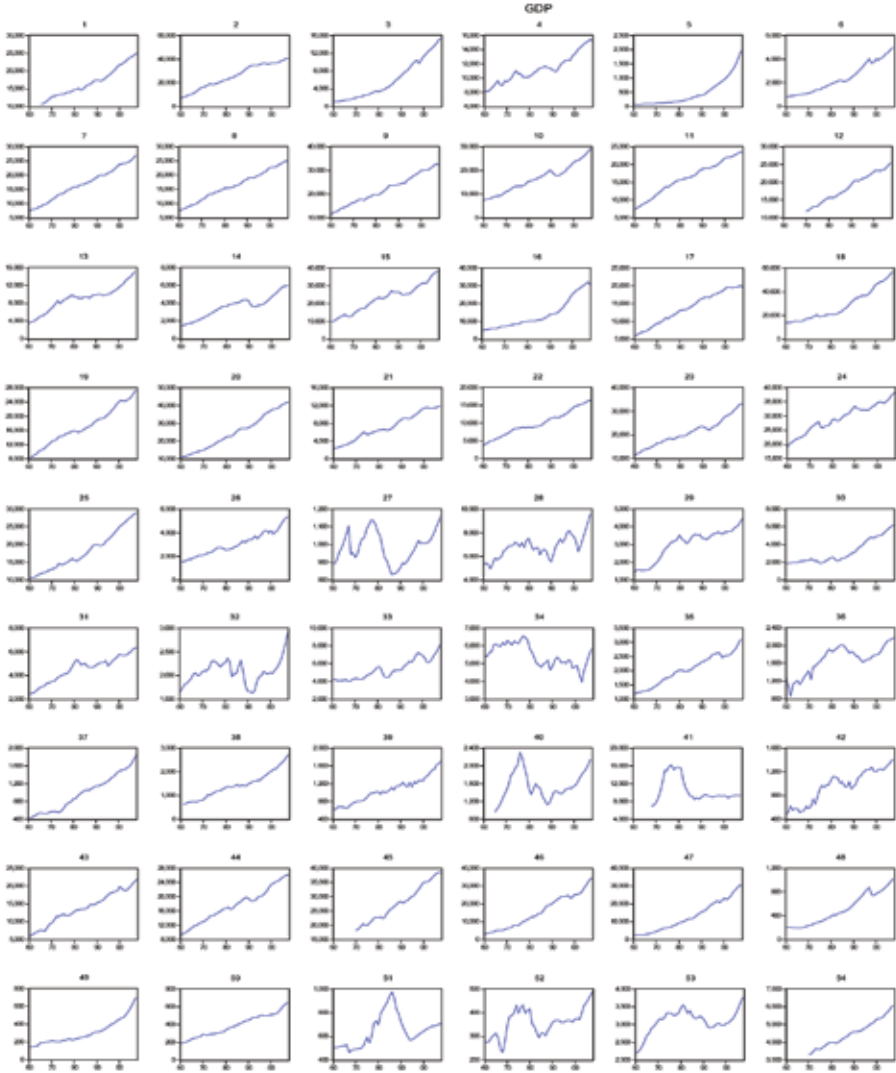
Emisyonlardaki bu farklı eğilimli yapıya karşın, Şekil 7'de yer alan ülkelerin kişi başı milli gelir grafiklerinde, dünya ülkelerinin büyük çoğunluğunun oldukça net bir sürekli artan ekonomik gelişme (kişi başı milli gelir) eğilimi gösterdiği görülmektedir. Türkiye de sık aralıklarla küçük geriye dönüşler gösterse de bu sürekli artış eğilimi gösteren ülkeler içinde yer almıştır (bkz. Şekil 7, 26 nolu grafik). Ekonomik gelişme seyri farklı olan ülkelere bakıldığında bu ülkelerin politik ve demokratik sıkıntılar dolayısıyla siyasi ve ekonomik çalkantılar gösteren Latin Amerika ülkeleri ile Cezayir, S. Arabistan, İran, Kamerun, Nijerya, Güney Afrika gibi ülkelere karşıdır.

Ekonomik göstergeleri temsil eden GSYİH grafikleri bu kadar net bir artış eğilimi gösterdiği için karbon salımı grafiklerinden yola çıkarak ülkelerin görece eğilimlerini karşılaştırmayı kolaylaştırmaktadır. Özellikle ekonomik gelişme sürecinde dünyadaki ağırlıklı trendi yakalayamayarak bu süreçte sorunlar yaşayan ülkeleri ayırdığımızda daha net bir tablo ile karşılaşılmaktadır.

Buradan yola çıkarak yapılan makro ölçekli konvansiyonel incelemenin ilk sonuçlarını şu şekilde özetlemek mümkündür: Ekonomik gelişmeyi temsil eden kişi başı milli gelir değerleri genelde zamana göre düzenli artış eğilimi göstermekte iken, karbon salımı davranışında ise kabaca iki farklı gruptan söz edilebilir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere karşı bir grup ülke zamana göre sürekli artan bir karbon salımı eğilimi gösterirken, diğer yandan, gelişmiş ülkelerin karbon salım eğiliminde önemli kırılmaların ve değişimlerin kaydedildiği görülmektedir. Türkiye ana eğilime uyan ülkeler içinde yer almaktadır.

<sup>37</sup> BDT üye ülke sayısı 2011 itibarıyla (katılımcı üyelerle birlikte) 11'dir. Bu ülkeler Rusya, Kazakistan, Beyaz Rusya, Moldova, Ermenistan, Kırgızistan, Azerbaycan, Tacikistan, Türkmenistan ve Ukrayna'dır. Gürcistan 2008 yılında üyelikten çekilmiştir. Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/CIS>; <http://www.cis.minsk.by/>. Erişim: 17.09.2011.

<sup>38</sup> Araştırma grubuna BDT üyesi olan Moldova dahil edilmemiş olup eski üye Gürcistan bu gruba dahil edilmiştir.



1-Avustralya 2-Japonya 3-Kore Cum. 4-Yeni Zellanda 5-Çin 6-Malezya 7-Avusturya 8-Belçika 9-Danimarka 10-Finlandiya 11-Fransa 12-Almanya 13-Yunanistan 14-Macaristan 15-İzlanda 16-İrlanda 17-İtalya 18-Lüksemburg 19-Hollanda 20-Norveç 21-Portekiz 22-İspanya 23-İsveç 24-İsviçre 25-B. Krallık 26-Türkiye 27-Bolivya 28-Arjantin 29-Brezilya 30-Şili 31-Meksika 32-Peru 33-Uruguay 34-Venezuela 35-Kolombiya 36-Cezayir 37-Mısır 38-Tunus 39-Fas 40-İran 41-S.Arabistan 42-Suriye 43-İsrail 44-Kanada 45-ABD 46-Hongkong 47-Singapur 48-Endonezya 49-Hindistan 50-Pakistan 51-Kamerun 52-Nijerya 53-G.Afrika 54-Dünya Toplamı

### Şekil 7: Ülkelerin 1960–2008 yılları arası kişi başı milli gelirleri

(Kişi başı milli gelir değerleri 2000 yılı ABD doları para birimine göre. Kaynak: Dünya Bankası verilerinden düzenlenmiştir.)

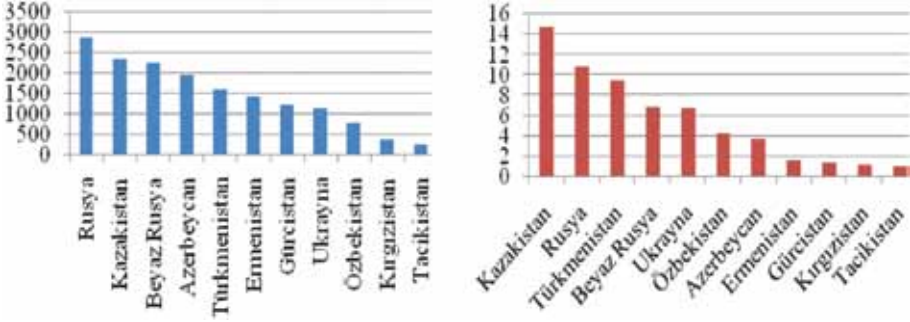
Türkiye gelişmekte olan bir ülke olarak sürekli artan bir ekonomik gelişme ve karbon salımı grafiği çizmektedir. Gelişmiş lkeler içinde ilk planda sayılacak olan ABD, Kanada, Japonya ve Avrupa lkeleri içerisinde özellikle sanayileşmiş Kuzey Avrupa lkeleri yine bu ana eğilime uyarak sürekli gelişen ekonomilerine karşın karbon salımında çok önemli kırımlar ve eğilim değişimleri göstermişlerdir.

Biraz daha yakın ölçekli bir inceleme yapılacak olursa, kişi başi karbon salımı değerleri 20 kg üstüne çıkan iki ülkenin ABD ve Lüksemburg olduğu görülmektedir. Bunlardan ABD, 20 kg civarında salım göstermiş, Lüksemburg ise 1970'lerde 40 kg salımı bulmuşken sonrasında önemli bir düşüşle karbon salımını 20'li rakamlara geriletmiştir. Lüksemburg en yakın ülkenin bile 2 katı karbon salımına ulaşmış ve kişibaşi gelirmede de 50.000 doların üzerinde ortalama gelir seviyesi ile en yakın gelişmiş ülkelerin bile oldukça önünde bir değerle sıradışı kk bir ülke olmasının önemli bir farklılığını gösterir gzlmektedir. Lüksemburg'un dışında kalan ABD dahil 15 ülke, genellikle, kg cinsinden 10'lu düzeylerde karbon salımı göstermişlerdir. Bu lkeler Avusturalya, Japonya, ABD, Kanada, Singapur ve 8 AB ülkesinden<sup>39</sup> oluşan 13 gelişmiş ülke ve G. Afrika ile S. Arabistan'dan oluşmaktadır. Türkiye kişi başi 1 kg ile başladığı karbon salımını düzenli bir şekilde artırmış ve son on yıllık dönemde 3 kg'ın üzerinde karbon salımı değerleri göstermiştir.

Türkiye'nin yer aldığı Avrasya coğrafyasında konumlanan ve 5 Türki Cumhuriyet'in de içinde olduğu 11 BDT lkesinin (Gürcistan eski ye ülkedir, bkz. Dipnot 37 ve 38) ekonomik ve emisyon değerleri şekil 8, 9 ve 10'da ayrıca incelenmektedir. Sovyetler Birliği'nin dağılmasından sonra ortaya çıkan bu devletlerin 1990'lar öncesi verilerinin bulunmayışı ve benzer bir geçiş döneminden geçmeleri ayrıca incelenmelerini gündeme getirmektedir. Ekonomik gelişme süreçlerine bakıldığında (şekil 9) tüm bu ülkelerde ortak gözlenen gelişme, Sovyetler Birliği'nin dağılması sonrasında yaşanan önemli ve uzun bir gerileme döneminin ardından diğer dünya ülkelerinde gördüğümüz uzun dönemli büyüme sürecine geilebilmiş olunmasıdır.

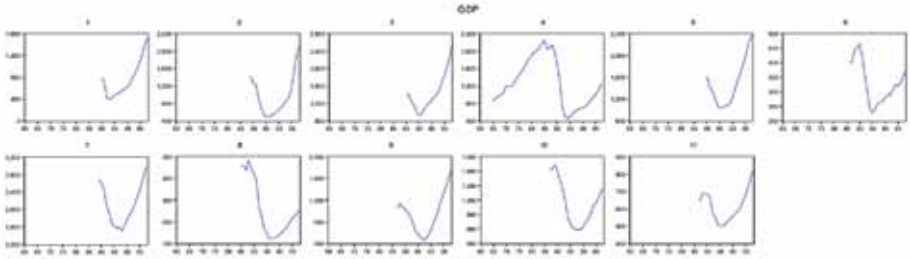
<sup>39</sup> 8 Avrupa lkesi: Belçika, Danimarka, Finlandiya, Hollanda, Almanya, İsveç, İrlanda ve İngiltere şeklinde dir. Birliğin en sanayileşmiş ülkesi olan Fransa'nın bu ülkeler arasında olmayışı dikkat çekicidir. Fransa enerji üretiminin büyük çoğunluğunu nükleer enerjiden sağladığı için istisnai durumdadır. Buna karşın kişibaşi karbon salımı (9-7) kg arasında kalarak kendisine benzer bir İngiltere'nin salım değerlerinden 2-3 kg daha aşağıda ve 10 kg sınırının altında kalmıştır.





**Şekil 8: 11 BDT Ülkesinin a) 2007 yılı kişi başı gelirleri b) 2007 yılı kişi başı emisyon değerlerine göre sıralanması** (Kişi başı milli gelir değerleri 2000 yılı ABD doları para birimine göre, kişi başı emisyon değerleri kg cinsindedir. Kaynak: Dünya Bankası WDI-verilerinden düzenlenmiştir.)

Şekil 8’de, bölgesel analize dâhil edilen 11 ülkenin (sabit fiyatlarla) 2007 yılı kişi başı gelirleri ve karbondioksit emisyonları verilmektedir. Söz konusu ülkelerin gelir düzeyi açısından dünya ortalaması altında kalarak gelişmekte olan ülkeler sınıfına girdikleri görülmektedir. Ülkelerin karbondioksit emisyonları, EKC hipotezine göre gelişmekte olan ülkelere bekleneceği üzere ekonomik düzeyleriyle orantılı görünmektedir. Bunun yanında bazı fosil yakıt zengini ülkelerin görece daha yüksek emisyonunda bulunduğu dikkati çekmektedir.

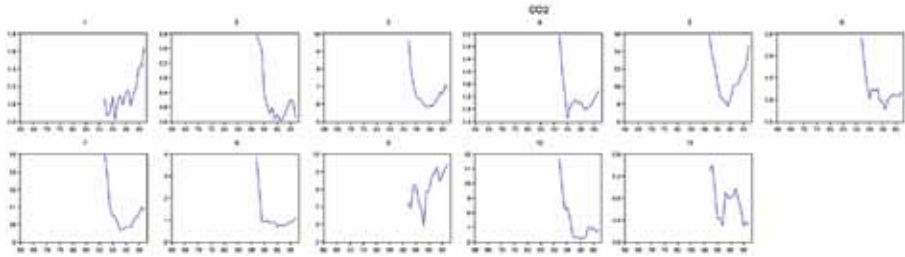


1-Ermenistan 2-Azerbaycan 3-Beyaz Rusya 4-Gürcistan 5-Kazakistan 6-Kırgızistan 7-Rusya 8-Tacikistan 9-Türkmenistan 10-Ukrayna 11-Özbekistan.

**Şekil 9: 11 BDT Ülkesinin 1960-2008 yılları arası kişi başı milli gelirleri** (Kişi başı milli gelir değerleri 2000 yılı ABD doları para birimine göre. Kaynak: Dünya Bankası WDI-verilerinden düzenlenmiştir.)

Şekil 10’da yer alan CO<sub>2</sub> emisyonlarında hemen hemen tüm ülkelerde ekonomik gerilemeye paralel olarak önemli emisyon azalışları görüldüğü, büyüme döneminde ise genellikle daha ılımlı olmak üzere tekrar bir artış

görüldüğü tespit edilmektedir. Petrol ve gaz zengini ülkelerden Türkmenistan ve Kazakistan'da bu tekrar artış eski seviyeleri de aşarken Rusya ve Azerbaycan'da çok daha ılımlı kalması dikkati çekmektedir. Seviye değerleri olarak değerlendirilecek olursa, ekonomik açıdan dünya ortalamasının altında kalarak gelişmekte olan ülkeler sınıfına giren bu ülkeler içinde petrol ve doğal gaz ülkelerinden Rusya ve Kazakistan'ın 10'lu değeri aşan, Türkmenistan'ın ise bu seviyelere yaklaşan kişi başı emisyon değerleri (Şekil 8) kayda değerdir.



1-Ermenistan 2-Azerbaycan 3-Beyaz Rusya 4-Gürcistan 5-Kazakistan 6-Kırgızistan 7-Rusya 8-Tacikistan 9-Türkmenistan 10-Ukrayna 11-Özbekistan

**Şekil 10: 11 BDT Ülkesinin CO<sub>2</sub> salımı serilerinin zamana göre grafiği** (Karbondioksit salımını kg cinsindedir. Kaynak: Dünya Bankası online veri tabanı 1960–2007 yılları arasındaki WDI-verileri kullanılmıştır)

Avrasya ülkeleri üzerine yapılan bu bölgesel inceleme EKC hipotezi açısından değerlendirildiğinde ise, rejim değişimi ile benzer geçiş süreci yaşayan ülkelerin kendi içindeki bu uyumluluğun yanı sıra ekonomik ve emisyon değişimleri arasındaki doğrudan ilişkili yapı, EKC hipotezinin önerdiği ilişkiye uygun düşmektedir. Ekonomik kurumlarının gösterdiği uyum süreçleri dolayısıyla diğer ülkelerle aynı şekilde değerlendirilemeyecek olsalar dahi ekonomik düzeyde gelişmişlik seviyelerinin çok altında yer alarak hipotezin öne sürdüğü ilişki kopmaları (de-linking) ve yeniden şekillenme mekanizmalarına ulaşacak değerlerden oldukça uzakta bulunmaktadır. Dolayısıyla bu ülkelerin emisyonlarının, ekonomik düzeydeki eğilimleri takip ettiği görülmektedir. Ülkelerin gelir seviyeleri değerlendirildiğinde bu eğilimin yakın gelecekte de devam edeceğini öne sürmek mümkündür.

#### 4. Değerlendirme

Çevresel Kuznets Eğrisinin ekonomi yazını içerisinde, özellikle çevre ekonomisi, ekolojik ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma gibi alt disiplinlerin ortak alanında, bu derece önemli hale gelmesinin altında yatan bazı etkenlerden bahsetmek mümkündür. Birincisi EKC hipotezi, öncülü olan Kuznets

eğrisinde olduğu gibi, ekonomi içerisindeki önemli bir ilişkiyi sınamaktadır. EKC hipotezi, özellikle indirgenmiş form ile, en genel anlamda ekonomi ve çevre ilişkisini sınamaktadır. Bu kapsamda EKC hipotezinin yazında emisyon ve gelir ilişkisine indirgenerek tanımlandığı da görülmektedir. Yine bu çerçevede özel bir uygulama olarak karbon emisyonu ve gelir (ve dolayısıyla iktisadi büyüme) arasındaki sınamaların da kendi çapında bir yazına dönüştüğü görülmektedir. Bu son sınamaların çoğunlukla enerji ile bağlantılı olarak daha yapısal bir EKC sınaması içinde yer aldığını da belirtmek gerekir. EKC hipotezi ile ileri sürülen ilişki, yazında önemli bir ilgi merkezi haline gelerek çok sayıda araştırmanın yapılmasına tanıklık ederken ekonometrik yöntemlerin gelişmesine paralel olarak da çalışmalar çeşitlenerek devam etmektedir.

Çevresel Kuznets Eğrisinin ikinci özelliği, çevre ve ekonomi ilişkisine yönelik teorik modellerden bağımsız olarak tamamen uygulamaya dönük bir yapıda ortaya çıkmasıdır. Bu yapısıyla EKC uygulamaları, özellikle 1970'ler sonrası artan çok sayıda çevresel verileme sistemleri sayesinde çoğalan verilerin etkisiyle ampirik araştırmacıların ilgi odağı olmaya devam etmektedir.

EKC'nin uygulamaya elverişli yapısı yanında, ekonomi çevre ilişkisine yönelik teorik modellerin uygulamaya elverişli olmayan yapıları ve bu yüzden uygulamalarının olmayışı da, bu son etkeni pekiştiren bir unsur olarak kabul edilebilir.

Grossman ve Krueger çalışması ile Kuznets ilişkisine atfen ortaya konan ters U ilişkisinin kuadratik formdaki modelinin önemli sonuçlarından biri *dönüm noktası*dır. Bu nokta ekonomi çevre ilişkisinde bağıntı kopması veya tekrar şekillenmesi (de-linking) noktasıdır. Dönüm noktası ve ilişki şekli, modelin en önemli özelliklerinden olup dönüm noktası seviyesi, özellikle yol açacağı politika sonuçları itibarıyla önem arz eder. Buna karşın uygulamalarda, EKC modelleri farklı yöntemlere duyarlılık göstererek, örneğin, dönüm noktaları gibi sayısal sonuçlardaki varyansı arttırarak, kesin karşılaştırmaları imkân dışı bırakmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar, ekonometrik EKC uygulamalarında kübik terimin de modelde anlamlı olabildiğini tespit etmektedir. N şeklinde bir ilişkinin, ters U ilişkisine bir alternatif değil onun bir uzantısı olabileceği ortaya konulmaktadır. Dolayısıyla EKC ilişkisi ters U ilişkisi yanında N eğrisini içerecek şekilde genişlemiştir.

Ekonometrik araçların gelişmesiyle artan araçlar, indirgenmiş modelin öne sürdüğü tez kadar kısa dönem ilişkilerinin, özellikle de enerji gibi yapısal etkenlerin içerilmesi ile daha yapısal ilişkilerin ve nedenselliklerin

test edilmesine imkân vermektedir. Yapısal EKC ilişkileri bu çalışmanın konusu dışında olmakla beraber, EKC modeli içerisindeki diğer bir uygulama alanıdır. Bu noktada Eşitlik (1) ile verilen geniş modelin bir özelliğinin tekrar altını çizmekte yarar vardır. Buradaki Z ile ifade edilen diğer değişkenler, indirgenmiş form modellerde yapısal ilişkiyi temsil etmez, fakat özellikle panel uygulamalarındaki karakteristik farklılıkları temsil ederler. Diğer değişkenler yapısal ilişkiyi temsil ettiği ölçüde genel ilişki sınamasından, dolayısıyla da indirgenmiş form sınamadan uzaklaşılacaktır.

Teorik yapısı etraflıca incelenen EKC hipotezinin uygulamadaki sonuçları çok net değildir. Buna karşın karbondioksit emisyonu üzerinden çevre baskısı ve ekonomik gelişme ilişkisi üzerine yapılan ve EKC ilişkisini saptayan başlıca uygulamaların kendi içinde tutarlı sayılabilecek şekilde oldukça yüksek dönüm noktalarına sahip EKC ilişkileri verdiği ifade edilebilir. Bu çalışmada ele alınan ülkelerin oluşturduğu panelin ekonometrik tahmin sonuçlarının da 31838 \$ dönüm noktasına sahip ters U ilişkisi göstererek aynı doğrultuda olduğu söylenebilir. Ayrıca, tahmin sonuçlarının yapılan ayrıntılı konvansiyonel çözümleme ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bu çalışmada asıl amacın, ülkelerin panel verilerinin analitik bir çözümlemesinin indirgenmiş form EKC ilişkisindeki gibi biçimsel bir ilişki sınamasında ekonometrik çalışmalar kadar etkili olabileceğini göstermek olduğu dikkate alındığında bu uyumluluğun sonuca yönelik olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada yapılan konvansiyonel bir analizin EKC hipotezinin kritik noktalarını oluşturan bağlantı kopmaları (*de-linking* ve *re-linking*) için destekler nitelikte sonuçlar verdiği öne sürülebilir. Yapılan incelemede dünya ekonomisini temsilen analize dahil edilen, 53 ülkeyi kapsayan gelişmişlik seviyesi ve coğrafi konum olarak geniş temsilli ülkeler grubunun, dünya ekonomisinin gelişimine paralel olarak yukarı yönlü gelir seviyesi artışlarını göstererek uzun dönemde düzenli ekonomik gelişmeyi ortaya koyduğu saptanmaktadır. Düzenli artan ekonomik yapıya karşın karbondioksit aracılığıyla çevre baskısında farklılaşan bir yapının ortaya çıktığı görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin çevre baskısında düzenli bir artış net olarak gözlenebilirken gelişmiş ülkelerin kırımlarla geriye dönüşler gösteren değişken bir yapı ortaya koymaları hipotezin temelini oluşturan bağlantı kopmaları ve yeniden şekillenmelerine bir kanıt veya bir işaret olarak kabul edilebilir.

Avrasya bölgesine yönelik bölgesel bir analiz amacıyla 5 Türkî devletin de dâhil olduğu eski Sovyetler Birliği ülkelerini içeren 11 ülke ayrıca incelendiğinde, bu ülkelerin yaşadıkları geçiş sürecini yansıtan farklılıkların kendi içlerinde bir benzerliğe dönüştüğü ortaya çıkmaktadır. Sovyetler

Birliğin dağılmasını takiben tüm ülkelerde görülen bir küçülme dönemi sonrası bir toparlanma ve nihayetinde dünya trendini yakalayarak artışa geçen bir ekonomi yapısı görünmektedir. Bu gelişim, CO<sub>2</sub> emisyonlarına da aynen yansımıştır. Bu ülkelerin özellikle son dönemde gösterdikleri yapı ve yukarı yönlü ekonomik gelişme ile emisyon serileri arasındaki doğrudan ilişki de, gelişmekte olan ülkeler için EKC hipotezinin öngördüğü ilişki ile uyumludur. Ülkelerin ekonomik seviyeleri dolayısıyla bu doğrudan ilişkinin yakın gelecekte devam etmesi ve bir *ilişki kopmasının* yakın gelecekte olası görülmediği söylenebilir.

Türkiye ele alındığında, ülkenin tam olarak dünyadaki gelişmekte olan ülkelerin trendiyle uyumlu bir ana akım ülkesi olarak yer aldığı görülmektedir. Buna karşın gelişmekte olan ülke olması itibarıyla sonuçları yönünden bölge analizi ile uyum içerisinde olduğu ve yakın gelecekte artan bir CO<sub>2</sub> emisyonu ve çevre baskısına tanıklık etmesi oldukça olası görülmektedir.

Literatürde 30–40000 \$ seviyelerinde dönüm noktaları veren EKC tahminlerinin N şeklinde bir ilişki ortaya koymaları durumunda ikinci dönüm noktalarının en az 50–60000 \$ ve daha ileri seviyelerde olması, mevcut ekonomik yapının ötesinde kalarak ancak öngörülen bir değerlendirme olabilir. Dolayısıyla burada yapıldığı gibi bir konvansiyonel incelemenin sonuçlarını, ileri seviyelerdeki olası ‘yeniden ilişki kurulmaları’na (*re-linking*) yönelik bir değerlendirmeye uzatmak mümkün görülmemektedir.

Bilgi düzeyinin artması, buna bağlı olarak gelen çevresel bilinçlenme, kurumsal değişim ve çevre düzenlemeler gibi faktörlerin, sonuçta ekonomik gelişmeye bağlı olarak ortaya çıkan ‘bağlantı kopmaları’nın (*de-linking*) altyapısını oluşturan faktörler olduğu düşünülmektedir. Gelişmiş ülkelerin emisyon serilerinden tespit edilen bu eğilim değişimleri, emisyon hacimlerinin toplam dünya emisyonu içerisindeki ağırlığı nedeniyle dünya emisyonuna yansımış gözükse de, dünyanın ekonomik seviye olarak ortalamada oldukça gerilerde kalması ve gelişmekte olan dünyanın EKC eğrisinin yükselen tarafında olması nedeniyle çevre baskısının yakın ve orta ölçekte artmasını tahmin etmek zor olmayacaktır. Yapılan son tahlil, bu çalışmada Türkiye ve bölge ülkeleri için yapılan analizle de tam bir uyum içinde gözükerek, Türkiye ve Avrasya bölgesi içinde yakın ve orta ölçekte çevre baskısının artışına yönelik bir spekülasyonu mümkün kılmaktadır.

**KAYNAKÇA**

- Agras, Jean and Duane Chapman. "A dynamic approach to the Environmental Kuznets Curve hypothesis", *Ecological Economics*, 28 (2), 1999, pp. 267–277.
- Andreoni, James and Arik Levinson. "The Simple Analytics of the Environmental Kuznets Curve", *Journal of Public Economics*, 80, 2001, pp. 269–86.
- Bruyn, Sander M. and Robjin Heintz. "The environmental Kuznets curve hypothesis", Jeroen Van den Bergh(ed.), *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1999, pp. 656–677.
- Canas, Angela, Paulo and Ferrao and Pedro Conceicao. "A new environmental Kuznets curve? Relationship between direct material input and income per capita: evidence from industrialized countries", *Ecological Economics*, 46, 2003, pp. 217–229.
- Copeland, Brian R. and M. Scott Taylor. "North-South Trade and the Environment", *Quarterly Journal of Economics*, 109, 1994, pp. 755–787.
- De Bruyn, Sander M. "Explaining the Environmental Kuznets Curve: structural change and international agreements in reducing sulphur emissions", *Environment and Development Economics*, 2, 1997, pp. 485–503.
- De Groot, Henri L.F. "Environmental Policy, Economic Reform and Endogenous Technology", OCFEB Research Memorandum 9911, Working Paper Series 1, 1999; Available from: <http://publishing.eur.nl/ir/repub/asset/837/rm9911.pdf>. Accessed: 31.7.2009
- Dietz, Simon and W. Neil Adger. "Economic growth, biodiversity loss and conservation effort", *Journal of Environmental Management*, 68, 2003, pp. 23–35.
- Grossman, Gene and Elhanan Helpman. *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge: MIT Press, 1991.
- Grossman, Gene M. and Alan Krueger. "Environmental impacts of the North American Free Trade Agreement", *NBER Working Papers*, 3914, 1991.
- Grossman, Gene and Alan Krueger. "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", Peter Garber (ed.), *The U. S.-Mexico Free Trade Agreement*, Cambridge, MA: MIT Press, 1993.
- Grossman, Gene and Alan Krueger. "Economic growth and the environment", *The Quarterly Journal of Economics*, 110 (2), 1995, pp. 353–377.

- Holtz-Eakin, Douglas and Thomas Selden. "Stoking the Fires?: CO2 Emissions and Economic Growth?", *NBER Working Papers*, 4248, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, 1995.
- Kuznets, Simon. "Economic Growth and Income Inequality", *American Economic Review*, 45 (1), 1955, pp. 1-28.
- Lise, Wietze. "Decomposition of CO2 emissions over 1980-2003 in Turkey", *Energy Policy*, 34, pp. 1841-1852.
- Lucas, Robert E.B., David Wheeler and Hemamala Hettige. "Economic development, environmental regulation and the international migration of toxic industrial pollution: 1960 – 1988", Patrick Low (ed.), *International Trade and the Environment*, World Bank discussion paper, 159, World Bank, Washington, 1992, pp. 67-87.
- Luzzati, Tommaso and Marco Orsini. "A robustness exercise on the EKC for CO2 emissions", *Advances in Energy Studies 2010*, October 19-21 2010, 2010(a); [http://www.societalmetabolism.org/aes2010/Proceeds/DIGITALPROCIDINGS\\_files/PRESENTATIONS/LuzzatiOrsini-AES2010.pdf](http://www.societalmetabolism.org/aes2010/Proceeds/DIGITALPROCIDINGS_files/PRESENTATIONS/LuzzatiOrsini-AES2010.pdf). Accessed: 26.2.2011.
- Luzzati, Tommaso and Marco Orsini. "The Robustness of the Environmental Kuznets", *Advances in Energy Studies*, Barcelona, 2010.
- Managi, Shunsuke. *Technological Change and Environmental Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2007.
- McPherson, Michael A. and Michael Nieswiadomy. "Environmental Kuznets curve: threatened species and spatial effects", *Ecological Economics*, 55, 2005, pp. 395–407.
- Neumayer, Eric. *Weak versus Strong Sustainability* (3rd. ed.), Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar Publishing Inc, 2010.
- Selden, Thomas M. and Daoing Song. "Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?", *Journal of Environmental Economics and Management*, 27 (2), 1994, pp. 147-162.
- Seppala, Tomi, Teemu and Haukioja and Jari Kaivo-oja. "The EKC hypothesis does not hold for Direct Material Flows: Environmental Kuznets Curve Hypothesis tests for direct material Flows in five industrial countries", *Population and Environment*, 23 (2), 2001, pp. 217-237.



- Shafik, Nematand and Sushenjit Bandyopadhyay. "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence", *Background Paper for the World Development Report*, World Bank, Washington, DC, 1992.
- Stokey, Nancy. "Are There Limits to Growth?", *International Economic Review*, 39, 1998, pp. 1-31.
- Suri, Vivekand and Duane Chapman. "Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics, Special Issue on the Environmental Kuznets Curve*, 1998, pp. 195-208.
- Torras, Mariano and James K. Boyce. "Income inequality and pollution: a reassessment of the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics*, 25, 1998, pp. 147-60.
- Torvanger Asbjorn. "Manufacturing Sector Carbon Dioxide Emissions in Nine OECD Countries, 1973-1987". *Energy Economics*, 13 (3), 1991, pp. 168-186.
- Tutulmaz, Onur. *Ekonomi-Çevre İlişkisi ve Sürdürülebilir Kalkınma: Ampirik Bir Değerlendirme*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2011.
- Tutulmaz, Onur, Ahmet Şahinöz ve Selim Çağatay. "Karbon dioksit emisyonu üzerinden çevre baskısı değerlendirmesi: Çevresel Kuznets eğrisine panel veri uygulaması", *İktisat, İşletme ve Finans*, 27 (314), 2012, pp.35-72.
- WDI (2011). World Development Indicators, <http://www.worldbank.org>. Erişim: 24.1.2011.
- Yandle, Bruce, Mijayaraghavan Vijayaraghavan and Madhusudan Bhattarai. "Environmental Kuznets Curve: A Primer", *Research Study*, No. 1, Montana, USA: Political Economy Research Center (PERC), 2002; <http://www.maclester.edu/~wests/econ231/yandleetal.pdf>. Accessed: 22.09.2009.
- Zaim, Osman and Fatma Taşkın. "A Kuznets Curve in Environmental Efficiency: An Application on OECD Countries", *Environmental and Resource Economics*, 17, 2000, pp. 21– 36.